

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA SCADA PARA LA PLANTA
DIDATICA PS-2190**

**LAURA CUELLAR CHARRIA
DIANA CAROLINA QUIROZ REVELO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA INGENIERIA MECATRONICA
SANTIAGO DE CALI
2006**

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA SCADA PARA LA PLANTA
DIDATICA PS-2190**

**LAURA CUELLAR CHARRIA.
DIANA CAROLINA QUIROZ REVELO.**

Pasantia para optar al titulo de Ingeniero Mecatronico

Director:

Ing. JORGE ENRIQUE MORENO SERRANO.
Instructor en Instrumentación y Automatización
CEAI - SENA

Asesor:

JOSE IGNACIO PEREZ CHAPARRO.
Ingeniero Eléctrico.
Docente De La Universidad Autónoma De Occidente

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATIZACION Y ELECTRONICA
PROGRAMA INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2006**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universitaria Autónoma de Occidente para optar el título de Ingeniero Mecatrónico.

Ing. HECTOR FABO ROJAS

Jurado

Ing. BERNARDO SABOGAL

Jurado

Santiago Cali, Junio 16 de 2006

Este trabajo se lo dedicamos a Dios por permitirnos culminar satisfactoriamente esta etapa en nuestras vidas, a nuestros padres que con su amor incondicional, esfuerzo comprensión y apoyo moral nos ayudaron en este proyecto, a nuestros hermanos por su apoyo y confianza en todo momento.

Y a todas aquellas personas que contribuyeron de una u otra manera con nuestra formación

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a las personas que contribuyeron con el desarrollo de este trabajo especialmete al ing. Jorge Moreno, por los aportes de instrumentación industrial que nos orientaron a una mejor visión, al Ing. Cesar Loaiza por su ayuda con las aplicaciones industriales, al Ing. Jaime Diego Arias y Pedro Valderrama por las sugerencias que dieron para mejorar el desarrollo del trabajo, al ing. Carlos Urrutia por la orientación con el manejo de la planta. Finalmente al Ing. Jose Ignacio Perez que con su tiempo y dedicación nos brindo una asesoria oportuna para cumplir con los objetivos propuestos

Al SENA por darnos la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera en el desarrollo de este trabajo

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
1. OBJETIVOS	14
1.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
2. RESEÑA HISTORICA	15
2.1. SITUACION ACTUAL	16
3. PLANEACION DEL PROYECTO	17
3.1 DESCRIPCION DE LA PLANTA DIDACTCA PS-2190	17
3.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	18
3.3. IDENTIFICACION DE LAS NECESIDADES	19
3.3.1. Desarrollo del planteamiento de la Misión del Proyecto	19
3.2.2. Importancia relativa de los planteamientos de las necesidades.	19
3.3.3. Lista de mediciones	20
3.3.4. Matriz necesidades vs. Medidas	21
3.4. ESPECIFICACIONES TECNICAS	22
3.5. ANTECEDENTES	22
3.6. JUSTIFICACION	23
4. GENERACION DE CONCEPTOS	24
4.1. CAJA NEGRA	24
4.1.1. Descomposición funcional	24
4.2. BUSQUEDA EXTERNA	25
4.3. BUSQUEDA INTERNA	25

4.4.	EXPLORACION SISTEMATIZADA	25
5.	SELECCIÓN DE CONCEPTOS	27
6.	DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA DEL PRODUCTO	28
7.	DISEÑO INDUSTRIAL	30
7.1	ANALISIS DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA ELECTRONICO	31
8.	PROTOTIPADO	32
9.	DISEÑO DETALLADO	33
9.1.	DOCUMENTACION ELECTRONICA	33
9.2.	DOCUMENTACION MECANICA	33
9.3.	DIAGRAMA DE FLUJO	33
9.4.	RESULTADOS FINALES	34
9.4.1.	Documentación	34
9.4.2.	Interfaz	37
9.4.3.	Adquisición De Datos	41
10.	CONCLUSIONES	43
	BIBLIOGRAFIA	44
	ANEXOS	45

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Necesidades Identificadas	20
Tabla 2. Mediciones	20
Tabla 3. Necesidades vs. Medidas	21
Tabla 4. Especificaciones Finales del producto	22

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Funcionamiento General De La Planta Didáctica PS – 2190	17
Figura 2. Forma de conexión	18
Figura 3. Resultado	18
Figura 4. Diagrama de la Caja Negra	24
Figura 5. Descomposición Funcional	24
Figura 6. Elementos funcionales	28
Figura 7. Arquitectura Modular	29
Figura 8. Necesidades ergonómicas y estéticas	30
Figura 9. Valoración de la Interfaz	31
Figura 10. Prototipo Virtual de La Planta Didáctica PS-2190	32
Figura 11. Función Graficar	33
Figura 12. Función Tablas	34
Figura 13. Lecciones	35
Figura 14. Catalogo unidad 8	35
Figura 15. Catalogo Omega	36
Figura 16. Interfase de usuario, links	36
Figura 17. Ayuda del programa	37
Figura 18. Interfase de usuario, función de graficar	38
Figura 19. Interfase de usuario, preguntas	39
Figura 20. Interfase de usuario, animaciones en Flash	39
Figura 21. Interfase de usuario, animaciones en flash de uno de los circuitos	40
Figura 22. Interfase de usuario, videos	40
Figura 23. Interfase de usuario, tablas	41

Figura 24.	Interfase de usuario, adquisición de datos.	42
Figura 25.	Foto del panel de la unidad PS -2190/1	54
Figura 26.	Foto del panel de unidad PS 2190/2	54
Figura 27.	Foto del panel de unidad PU -402 y PS -2001	55
Figura 28.	Foto de juego de pesas	55
Figura D1.	Barra De Herramientas	56
Figura D2.	Ayuda del Programa	57
Figura D3.	Interfase de usuario, texto	57
Figura D4.	Interfase de usuario, conexiones	58
Figura D5.	Interfase de usuario, tablas	59

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Sistemas de control de procesos PU -402	45
Anexo B. Sistema de control de procesos PS -2001	47
Anexo C. Planos eléctricos	50
Anexo D. Calibración	53
Anexo E. Fotos de la planta didáctica PS -2190	54
Anexo F. Software original	55

RESUMEN

El Laboratorio de Sensores y Transductores del CEAI-SENA cuenta con una importante unidad didáctica para el desarrollo de las prácticas relacionadas con los sistemas de medida de peso. Teniendo en cuenta el alto uso de este recurso, el cual ha dado lugar a su deterioro y desactualización, se plantea el Proyecto de Diseño e Implementación de un Sistema SCADA para la Planta Didáctica PS – 2190, con el fin de modernizarla y adaptarla para que los estudiantes adquieran mejores niveles en su formación.

La planta se usa con el fin de que el estudiante conozca los modelos y las técnicas de diseño a partir de las cuales se ha implementado la tecnología de medición de peso, su uso se orienta a la comprobación de los elementos del sistema de medición a partir de diferentes pesas patrón por medio de un programa de calibración electrónica. Este sistema se integra por medio de un protocolo de comunicación a la interfaz de usuario en donde se visualizan los datos obtenidos para que el estudiante realice las practicas correspondientes al curso.

El alto uso de este recurso, y el manejo inadecuado por parte de los estudiantes, ha dado lugar a que la planta a través de los años no solo presente fallas en la parte electrónica, sino también en la parte mecánica asociadas con la calibración del equipo, por lo que se plantea este proyecto para dar solución a este problema, con el fin de renovarla y ajustarla para que los estudiantes adquieran un adecuado conocimiento y un mejor nivel académico.

INTRODUCCION

En todo proceso de automatización es necesario medir las variables del proceso, como lo son el peso, la presión, la temperatura, la velocidad, el flujo, el nivel entre otras para poder así saber el estado y condiciones del proceso que se desea controlar. Para ello se emplean los sensores y transductores. El sensor es sensible a los cambios de la magnitud a medir y el transductor convierte estas mediciones en señales eléctricas, que pueden alimentar a instrumentos de lectura, registro o control de las variables medidas.

Los sensores y transductores son empleados en una gran variedad de actividades, principalmente las de tipo industrial. Los sistemas electrónicos aplicados para mejorar la productividad y calidad en las empresas, son rediseñados y se diseñan nuevos cada día, para obtener una mejor calidad de servicio, por lo que se requiere estar a la vanguardia en los avances de la tecnología, y cada vez son más, los que fabrican dispositivos y sistemas más pequeños y accesibles para su aplicación. Dicha aplicación de los sensores y transductores ha permitido evolucionar los métodos y técnicas que son utilizadas en procesos y sistemas que constantemente están variando y haciéndose más complejos.

Este proyecto busca modernizar la planta didáctica PS-2190 de peso que actualmente funciona en el SENA en el laboratorio de sensores y transductores con un sistema SCADA que le permita al estudiante interactuar constantemente con las variable peso, de una forma mas fácil para que pueda aprender el funcionamiento mediante la practica y el estudio simultaneo.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema de supervisión y adquisición de datos que permita el estudio y análisis de la variable peso de la planta PS-2190 del laboratorio de sensores y transductores del SENA.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar la interfaz grafica para la planta didáctica PS-2190.
- Diseñar los acondicionamientos de señal para los sensores de peso.
- Elaborar los materiales técnico-pedagógicos necesarios para realizar la formación.

2. RESEÑA HISTORICA SENA¹

Colombia como cualquier país en vías de desarrollo había sido eminentemente exportadora de materias primas e importador de productos industriales o manufacturados, no existía pues, para aquella época una planificación orgánica de la formación profesional que adecuara las posibilidades de capacitación a las necesidades reales del desarrollo económico. Más aún, no existía una legislación adecuada con respecto a la formación profesional. Las instituciones entonces existentes, afrontaban el crónico problema de la falta de recursos y de organización adecuada para suplir las necesidades de este campo.

Dentro de este contexto tenemos que situar el surgimiento del SENA en Colombia en 1957, que no sucede como consecuencia de una concepción abstracta de la formación profesional, ni como un simple impulso de la cooperación técnica internacional, ni del deseo subjetivo de los empresarios y de los trabajadores por tener una escuela técnica.

El SENA surge como producto de una necesidad sentida respecto de una mayor y mejor mano de obra calificada, de lo cual fueron conscientes tanto los empresarios como los obreros organizados, quienes, en su debido tiempo, contaron con asistencia técnica internacional.

Para el período de gobierno 2002–2006 la institución ha formulado y está ejecutando el Plan Estratégico «SENA: UNA ORGANIZACIÓN DE CONOCIMIENTO» allí se proyecta como entes ejecutores de la política social del gobierno, prioriza el emprendimiento y empresarismo, la innovación y el desarrollo tecnológico, la cultura de la calidad, normalización y certificación de competencias laborales, servicio público de empleo, la internacionalización institucional, virtualización de la información.

La Entidad está comprometida en el fortalecimiento y consolidación de un Sistema Nacional de Formación para el trabajo, el cual se define como un conjunto de procesos que articulan la oferta de formación con las exigencias del mercado y de la producción nacional e internacional, así como del mercado laboral que necesariamente deriva de éstos.

¹ Estructura organizacional del Sena Valle [en línea]. Santiago de Cali: Sena Valle, 2006 [consultado 21 de Mayo, 2006]. Disponible en Internet: <http://www.sena.edu.co/Portal/Direcci%C3%B3n+General/Historia+del+SENA/>

2.1 SITUACIÓN ACTUAL

Algunos de los centros de formación del SENA, como es el caso del CEAI, disponen en sus laboratorios de instrumentación y automatización industrial, del laboratorio de sensores y transductores, utilizado para que los estudiantes se accedan al conocimiento y adquieran las habilidades para la selección, uso y mantenimiento de dichos dispositivos.

Dichos recursos vienen siendo utilizados para la realización de las prácticas de los cursos de las titulaciones de Técnico y Tecnólogo en Electrónica e Instrumentación Industrial, lo cual hace necesarios que estos requieran una adaptación que les permita ser usados de manera eficiente y especial para que sean adaptados en el uso de los nuevos programas de formación en donde los medios didácticos juegan un papel fundamental ya que la formación se centra en los estudiantes.

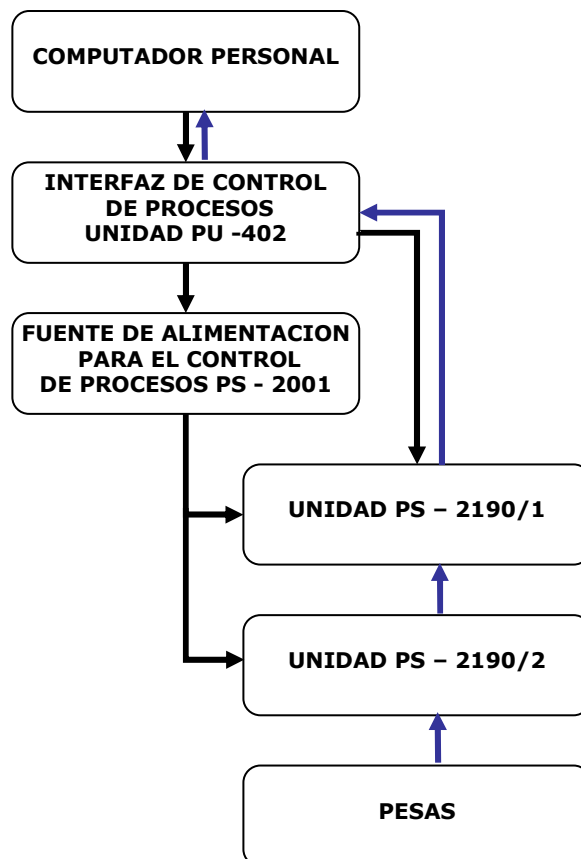
Por lo anterior, para afrontar las exigencias que exige el nuevo modelo de formación, el CEAI requiere encontrar respuesta para que sus recursos sean mejorados y adaptados para su uso en continuo en las actividades de formación, lo cual nos brinda una gran oportunidad para poner en práctica los conocimientos que hemos adquirido.

3. PLANEACION DE PROYECTO

3.1. DESCRIPCION DE LA PLANTA DIDACTICA PS-2190

La planta didáctica se representa por el diagrama de bloques que se muestra en la Fig. 1 en ella se detalla su funcionamiento general. El computador se comunica con la planta mediante la interfaz de control de procesos (Unidad PU - 402) ² que utiliza el protocolo de comunicaciones RS-232. La alimentación de la planta esta a cargo del modulo PS – 2001³. VER ANEXO E: FOTOS DE LA PLANTA DIDACTICA PS – 2190.

Figura 1. Funcionamiento General De La Planta Didáctica PS - 2190



² ANEXO A: SISTEMAS DE CONTROL SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS PU - 402

³ ANEXO B: SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS PS -2001 DESCRIPCION DEL PANEL

Figura 2. Forma de conexión

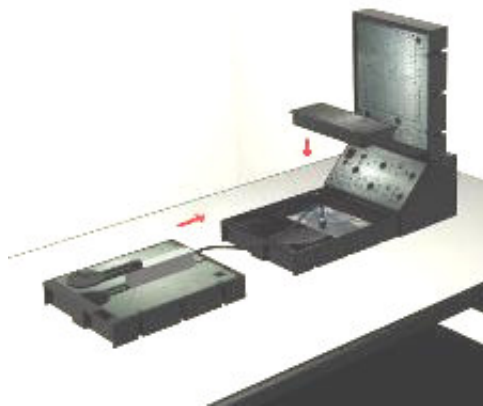
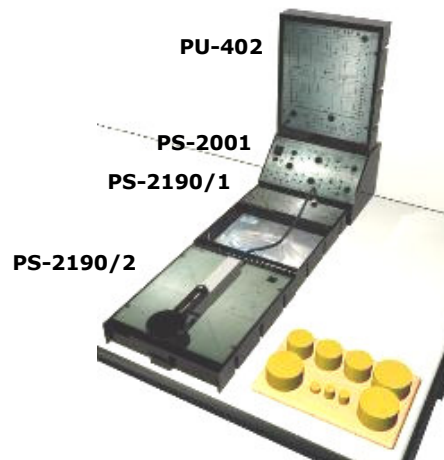


Figura 3. Resultado



La forma de conectar la planta es la siguiente: lo primero que se hace, es insertar el modulo PS-2190/1 en el chasis, luego se conecta el modulo PS-2190/2 en el PS-2190/1 como se muestra en la figura 2, el resultado final después de haber hecho las conexiones correctamente es como el que se muestra en la figura 3. Para conectarlo al computador se utiliza el cable serial que tiene el modulo PU – 402.

3.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La planta didáctica PS-2190 del laboratorio de sensores y transductores del SENA cuenta con un sistema SCADA cerrado el cual no brinda posibilidades de desarrollo y actualización. Algunos de los sensores y acondicionamiento de señal requieren de adecuación y dificultan la medida. El material didáctico asociado a la medición de cada variable requiere de actualización, lo mismo de las preguntas que cubren el final de cada tema. Con el proyecto se pretende cubrir la necesidad de acondicionamiento y adquisición de la medición de la variable peso de la planta didáctica PS-2190 del laboratorio de sensores y transductores. Además, se requiere diseñar los materiales técnico-pedagógicos de los temas que se tratan.

3.3 IDENTIFICACION DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE

3.3.1 Desarrollo Del Planteamiento De La Misión Del Proyecto

Descripción del producto	Planta didáctica PS-2190. (Celdas de carga).
Principales objetivos de marketing	Aplicar conocimientos adquiridos en cursos pasados a lo largo de la carrera para desarrollar productos mecatronicos. Que el proyecto sirva de plataforma para mejorar las otras estaciones de trabajo que hay en el país.
Mercado primario	Instituciones educativas para fines didácticos.
Mercado secundario	Colegios. Instituciones. Aplicaciones educativas.
Premisas y restricciones	Adquisición de los datos Emplear dispositivos obtenidos en el mercado. Comunicación entre la interfaz grafica y la planta. Interfaz interactiva y flexible.
Partes implicadas	Profesores. Estudiantes. Personal de manufactura. Personal de diseño. Programadores.

3.3.2 Importancia relativa de los planteamientos de las necesidades. Como desarrollo de la metodología se entrevistaron los docentes que imparten formación en el laboratorio de sensores y transductores, y se conside que la mayor parte de las necesidades del cliente se acomodan a resolver problemas que implican desde el diseño hasta la programación con la que trabaja la planta. La Tabla 1 muestra la importancia de cada una de las necesidades planteadas para el modulo del proyecto que se esta analizando; así como la traducción de estas a una lista de necesidades que son medibles con unidades existentes (mm, V, listas, etc.); y con cuales de esas necesidades de la Tabla 2 son satisfechas o asociadas por la lista de mediciones. Se especifica la lista total de los ítems calificados como listas.

Tabla 1. Necesidades Identificadas

N°		Necesidad	Imp.
1	Supervisión	La interfaz es de fácil manejo y ayuda a una mejor comprensión del tema visto en clase	5
2	Supervisión	La interfaz posee funciones que facilitan la practica on-line	4
3	Supervisión	La interfaz funciona en una plataforma bajo Windows	5
4	Supervisión	La interfaz posee un diseño donde se enlazan los contenidos técnicos, teóricos y prácticos.	5
5	Supervisión	La interfaz es de fácil manejo.	5
6	Supervisión	La interfaz se adapta a las condiciones actuales del modulo.	4
7	Supervisión	La interfaz se comunica con el dispositivo.	4
8	Dispositivo	El dispositivo es de fácil mantenimiento.	3
9	Dispositivo	El dispositivo se adecua para el funcionamiento óptimo.	4
10	Instructivo	El instructivo del dispositivo es claro.	3
11	Instructivo	Las instrucciones del dispositivo están en el idioma adecuado.	3

3.3.3 Lista de mediciones

Tabla 2. Mediciones

Nº	Necesidad.	Medición	Importancia	Unid.
1	7	Comunicación	4	Bin
2	1,2,3,4,6	Programación de dispositivo	5	Lista
3	10,11	Instructivo del Programa	3	Subj
4	5	Funcionabilidad	4	%
5	8,9	Mantenimiento	2	Horas

3.3.4 Matriz necesidades vs. Medidas

Tabla 3. Necesidades vs. Medidas

NECESIDADES	METRICAS						
	IMP	1	2	3	4	5	
La interfaz es de fácil manejo y ayuda a una mejor comprensión del tema visto en clase	5		9				
La interfaz posee funciones que facilitan la practica on-line	5		9	5			
La interfaz funciona en una plataforma bajo Windows	5		9				
La interfaz posee un diseño donde se enlazan los contenidos técnicos y prácticos.	5		9	5			
La interfaz es de fácil manejo.	5			5	9		
La interfaz se adapta a las condiciones actuales del modulo.	4		9			3	
La interfaz se comunica con el dispositivo.	4	9	5				
El dispositivo es de fácil mantenimiento.	3					9	
El dispositivo se adecua para el funcionamiento óptimo.	4					9	
El instructivo del dispositivo es de fácil entendimiento.	3			9			
Las instrucciones del dispositivo están en el idioma adecuado.	3			9			
TOTAL		36	191	129	45	75	476
PORCENTAJES (%)		7,56	40,1	27,1	9,5	15,8	100%

En la Tabla 3. se hace un cruce entre las necesidades planteados por los clientes y la traducción de estas en necesidades medibles. Se asigna un valor según la importancia que tenga cada una para este proyecto; en donde un valor de 9 es un valor de mucha importancia, 5 de media y 3 de muy baja; 0 cero cuando no aplica. En la parte inferior de la tabla se muestra un total y unos porcentajes. El total corresponde a la multiplicación de los valores asignados en las intersecciones por el nivel de importancia de cada una de sus necesidades y su suma. El porcentaje, es el valor porcentual representativo según el total de valores por cada unidad métrica. Los valores más altos tienen que ver con la programación con la que trabaja la planta y el instructivo del programa. Son los temas que más importancia tienen para el cliente y que en definitiva representan la funcionalidad final del dispositivo.

3.4 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Las especificaciones finales del producto se encuentran en el Tabla 4.

Tabla 4. Especificaciones Finales del producto

N°	Medición	Unid.
1	Comunicación	Binario
2	Programación de dispositivo	Programación orientada a eventos
3	Instructivo del Programa	Bueno
4	Funcionabilidad	90 %
5	Mantenimiento	1 Horas

3.5 ANTECEDENTES

El Centro de Automatización Industrial del SENA comenzó a gestarse en 1992, con tres bancos de neumática y dos de Hidráulica. También se realizó el convenio con Festo de Alemania, con la adquisición de los equipos didácticos de: Neumática, Hidráulica, PLC's y Electrónica, entre otros. **En 1994** se firmaron convenios con la Degem System de Israel para Laboratorios de electrónica.

Degem System es pionera y líder mundial, desarrolladora y proveedora de sistemas educativos de entrenamiento. Degem está clasificada como compañía de vanguardia en sistemas educativos de entrenamiento gracias a sus metodologías tecnológicas de avanzada y su exclusivo enfoque computarizado, ofrece además la línea más completa disponible, desde sistemas de entrenamiento y proyectos llave en mano para el mercado educativo general hasta sistemas profesionales avanzados para la industria.

Actualmente el sena cuenta con 4 módulos PS-2190 y PS-2190/2 en el laboratorio de sensores y transductores con el fin de contribuir en el aprendizaje de sus estudiantes del curso de Celdas de carga. El Programa permite al estudiante realizar seis experimentos para conocer sus características y aplicaciones. Ver Anexo E: Software Original.

Este proyecto pretende mejorar la interfaz de usuario para que sea mucho más amigable e interactiva, así como una actualización sobre la información del curso. En cuanto a los módulos, el uso constante que han tenido a ocasionado un deterioro y ello ha afectando considerablemente las mediciones que se realizan impidiendo que el software actual sea utilizado en su totalidad, por tanto requieren de un reajuste para mejorar las practicas y así ayudar a los estudiantes en su proceso de estudio.

3.6 JUSTIFICACION

En la actualidad el principal problema que presentan estos módulos es su calibración e instrumentación que con los años ha ido variando un poco afectando los resultados de los experimentos y dificultando así la culminación de las prácticas. Para poder realizarlas y continuar con los experimentos se realizan las mediciones y se toman los resultados de forma manual, son tabuladas y el profesor ayuda a la interpretación. El software aunque es de fácil manejo presenta algunos problemas, Ver Anexo D, como por ejemplo:

- ✓ No permite el cambio de una lección a otra hasta que no se termine la que se esta estudiando.
- ✓ Como hay problemas con el acondicionamiento de la señal, los datos obtenidos no concuerdan con los que tiene el programa en su base de datos y no se puede continuar con el experimento.
- ✓ Están mal formuladas algunas preguntas lo que puede generar confusión y malas interpretaciones por parte de los estudiantes.
- ✓ No tiene material de consulta adicional que le permita al estudiante reforzar los conocimientos adquiridos en clase.
- ✓ Cuando se van a realizar los montajes, en ocasiones la explicación no coincide con el grafico que la acompaña.

Este proyecto pretende mejorar la planta didáctica PS-2190 con un sistema SCADA que le permita al estudiante interactuar constantemente con el modulo de peso y comprenda mucho mejor el funcionamiento de los sensores y transductores para este caso las celdas de carga mediante la practica y la teoría de forma simultanea, además, corregir las desventajas mencionadas anteriormente para llevar al estudiante paso a paso y que el pueda sacar sus propias conclusiones de tal forma que el software le proporcione las herramientas necesarias para que puedan efectuar la interpretación y análisis de los resultados obtenidos

La unidad de entrenamiento de pesaje PS2190 del laboratorio de Sensores y Transductores es un importante recurso, el cual se halla prescrito en los desarrollos curriculares de los programas de formación de las especialidades de electrónica e instrumentación, lo cual hace necesario el buen estado de los mismos para garantizar los niveles de formación esperados de los estudiantes.

Teniendo en cuenta que la existencia del laboratorio de sensores y transductores data de finales 1990 y que la demanda en el uso de los equipos ha sido intensiva, se entiende que su deterioro físico sea alto. Así mismo que se encuentre desactualizado en lo referente a las aplicaciones de software.

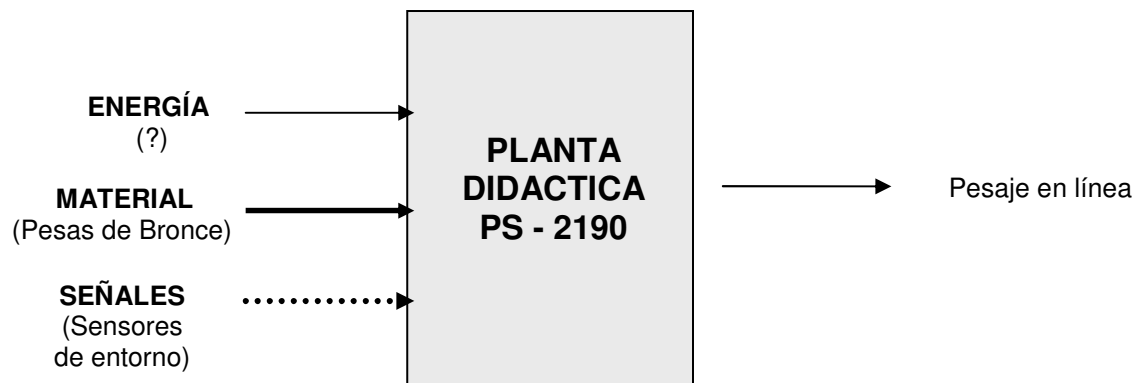
El estado de los equipos ha influido sobre la calidad de los procesos de formación de los estudiantes y no ha permitido que las actividades se desarrollen de acuerdo a las prescripciones.

4. GENERACION DE CONCEPTOS

Según el listado de necesidades, el planteamiento de la misión y algunas especificaciones preliminares se clarificó el problema y se realizó la siguiente caja negra figura 4, con base en la anterior se desarrolló la descomposición funcional figura 5.

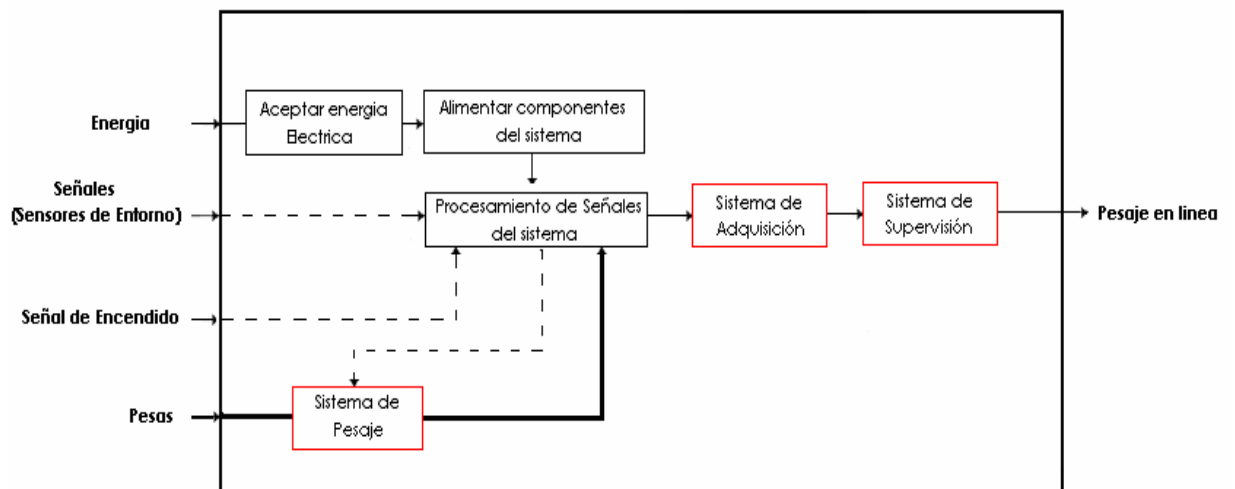
4.1 CAJA NEGRA

Figura 4. Diagrama de la Caja Negra



4.1.1 Descomposición funcional

Figura 5. Descomposición Funcional



Con la creación del diagrama funcional del dispositivo a desarrollar, se generó un concepto arbitrario por el grupo basado en subfunciones conocidas. Los resultados obtenidos facilitaron la interpretación de las subfunciones críticas que por el grupo son:

- **Sistema de pesaje:** Es el encargado de recibir y enviar los datos del peso.
- **Sistema de Supervisión:** Recibe los datos y los muestra en la pantalla para que sean manipulados por el estudiante.
- **Sistema de Adquisición de datos:** Recibe los datos de la unidad PS-2190/1.

4.2 BUSQUEDA EXTERNA

Se entrevistaron profesores que dictaron o dictan actualmente el curso de sensores y transductores en el SENA así como personas que han tenido experiencia en la programación de dispositivos similares.

Ing. Jorge Enrique Moreno.

Ing. Jaime Diego Arias

Ing. Pedro Valderrama.

Ing. César Iloaiza.

Docente Carlos Andrés Urrutia.

Otro método de búsqueda externa, fue en literatura especializada acerca de celdas de carga.

4.3 BUSQUEDA INTERNA

Se utilizó la generación de ideas en grupo para obtener los conceptos (brainstorming), a partir de los conocimientos adquiridos en la carrera.

4.4 EXPLORACION SISTEMATIZADA

Sistema de Pesaje: Se trabajó con el actual pues se hizo una revisión del módulo y se llegó a la conclusión que no era necesario cambiarlo completamente porque se encontraba en buenas condiciones. La única modificación que se realizó fue el reemplazo de 2 resistencias que se encontraban en mal estado. El Sistema actual de pesaje está conformado por las unidades PS-2190/1 y PS-2190/2.

Sistema de Adquisición de Datos: La planta cuenta con un sistema de desarrollo basado en el microprocesador ADS524, con el que se va a trabajar. Esta es una de las requerimientos y consideraciones técnicas del cliente.

Sistema de Supervisión:

- Programación secuencial
- Programación estructural
- Programación Lógica
- Programación con control automático
- Programación con inteligencia artificial
- Programación orientada a eventos

5. SELECCIÓN DE CONCEPTOS

Luego de analizar las ventajas y desventajas de cada opción que se tenía para desarrollar el sistema de supervisión se llegó a la conclusión que se debía utilizar una programación orientada a eventos para garantizar una mayor interacción entre la planta y los estudiantes.

El lenguaje de programación que se utilizó fue Visual Basic 6 por su fácil manejo, por la licencia vigente y por la experiencia del grupo en el manejo de dicho software.

Para la etapa de **adquisición de datos**, se cuenta con un sistema de desarrollo basado en el microprocesador ADS524 y el software desarrollado por la Degem System. Lo que es una gran limitante ya que las instrucciones y protocolos de comunicación son desarrolladas por el propietario, se realizaron varias pruebas para intentar efectuar la comunicación serial con visual Basic 6.

Las pruebas que se realizaron fueron las siguientes:

- Se instaló un computador snifer para identificar la trama y el protocolo por medio del hiperterminal que trabaja bajo Windows.
- Se buscó un programa que extraía el código fuente del micro.
- Con base en la limitada documentación que se encontró con respecto al micro se identificaron cuáles eran los registros y el tren de pulsos que había que enviarle para que funcionara.
- Con lo anterior se realizó un pequeño programa en visual Basic para enviar los registros.

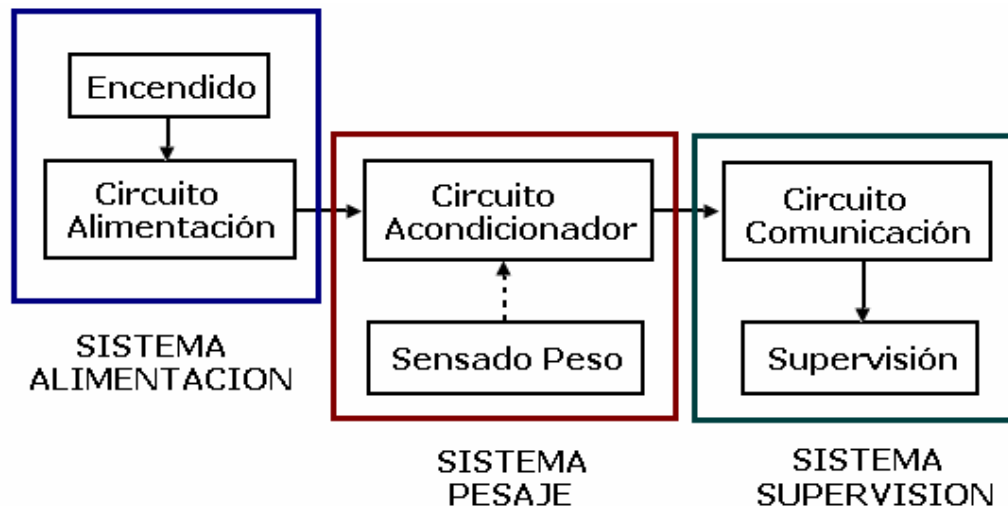
El resultado de todas estas pruebas fue negativo, no se pudo acceder a la trama por lo que fue más favorable trabajar con la macro con la que viene el programa del fabricante que maneja la comunicación serial.

6. DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA DEL PRODUCTO

El equipo de trabajo realizó primero una elección de la arquitectura a desarrollar con base en la planificación y el desarrollo de conceptos del producto. Los resultados obtenidos para las áreas de interés fueron los siguientes:

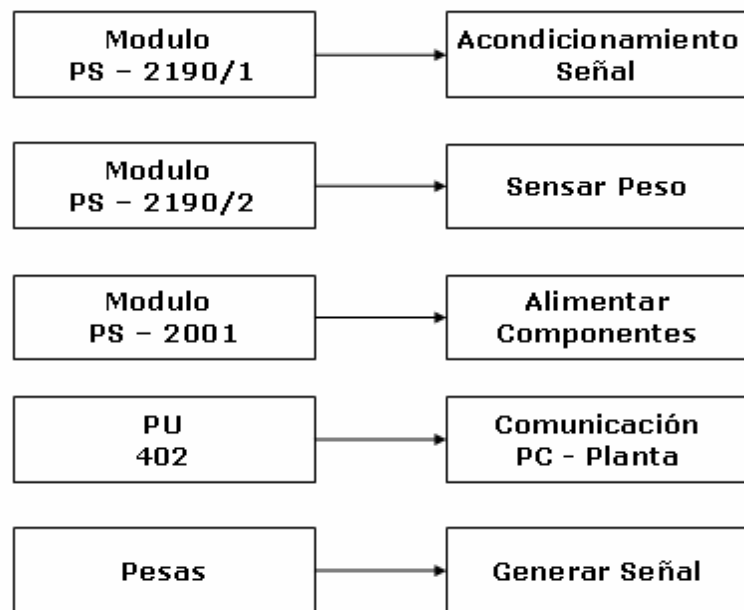
- ✓ Se realizó un arreglo de elementos funcionales en conjuntos físicos (chunks) que constituirán los elementos básicos (ladrillos) del producto y el análisis de sus interacciones. El resultado se puede observar en la figura 6.

Figura 6. Elementos funcionales



- ✓ La arquitectura que se seleccionó para el proyecto fue modular por su simplicidad, en la figura 6 se puede apreciar que la interacción de los conjuntos está bien definida y cada conjunto implementa pocas funciones. Se agruparon además los elementos del esquema para lograr la variedad de tipos de productos deseada. No se realizó la distribución geométrica porque los espacios ya estaban distribuidos y no se pueden modificar. Finalmente se identificaron las interacciones fundamentales e incidentales ver figura 7. arquitectura modular.

Figura 7. Arquitectura Modular

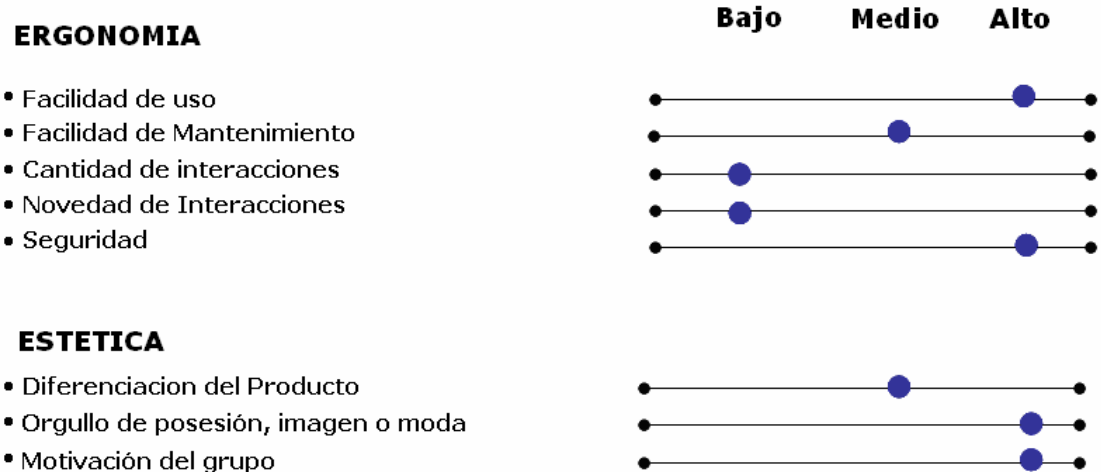


7. DISEÑO INDUSTRIAL

Con el fin de desarrollar conceptos y especificaciones que optimicen la función, valor y apariencia de los productos y sistemas para el beneficio mutuo tanto del usuario como del producto, el grupo realizó las siguientes valoraciones:

- ✓ Se identificaron las necesidades ergonómicas y estéticas del proyecto figura 8, entre más peso tengan estas, más relevante será el diseño industrial para el éxito del producto a desarrollar.

Figura 8. Necesidades ergonómicas y estéticas.



- ✓ Con el objetivo de clasificar el producto, el grupo de diseño evaluó si estaba dominado por la tecnología o por el usuario con base en los productos similares que se encuentran en el mercado.

Aunque el beneficio principal de este producto está basado en la tecnología, por ser un prototipo didáctico son también relevantes para el diseño su ergonomía y la estética del mismo.

- ✓ La valoración final del diseño industrial se realizó teniendo en cuenta aspectos como: cuán fácil de usar es el producto, los requerimientos generales del consumidor, cuán bien han sido utilizados los recursos para satisfacer las necesidades del cliente y la exclusividad del producto. Dicha valoración se hizo con base en la interfaz de usuario figura 9.

Figura 9. Valoración de la Interfaz



7.1 ANALISIS DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA ELECTRONICO

Con el análisis de la arquitectura del sistema se busca interpretar los posibles módulos electrónicos con los que cuenta la planta para este caso se identifico uno: **La Instrumentación electrónica para el sensor** de peso que es el encargado de recibir, procesar y enviar las señales adecuadas. Dicho modulo, es el que amplifica la señal que se envía del modulo PS-2190/2 y enviar el dato a la PU 402 para que esta a su vez se comunique con el PC.

8. PROTOTIPADO

Dado que nuestro proyecto es de tipo didáctico no posee sistemas costosos o de gran tamaño que ameriten ser simulados, pues dichos prototipos serían tan costosos como el sistema en si. En la Figura 10, se puede apreciar el prototipo virtual de la planta didáctica -2190.

Figura 10. Prototipo Virtual de La Planta Didáctica PS-2190



9. DISEÑO DETALLADO

9.1 DOCUMENTACION ELECTRONICA

En el proyecto no se hizo modificación del diseño de la parte electrónica, por tanto la documentación que se presenta es la con que se cuenta con la planta didáctica PS-2190. Ver Apéndice A: Planos Eléctricos.

9.2 DOCUMENTACION MECANICA

No hubo necesidad de realizar diseño mecánico ni modificación alguna de las piezas y del equipo. Se tienen en cuenta algunas consideraciones importantes en las celdas de carga como lo es su calibración. Ver Apéndice C: Calibración. Dicha calibración se realizó antes de comenzar a trabajar con el modulo.

9.3 DIAGRAMA DE FLUJO

Visual Basic 6 trabaja por eventos, en esta parte se realizaron los diagramas de flujo de las funciones principales del programa: La función Graficar y Tablas. Ver figura 11 y 12 respectivamente.

Figura 11. Función Graficar

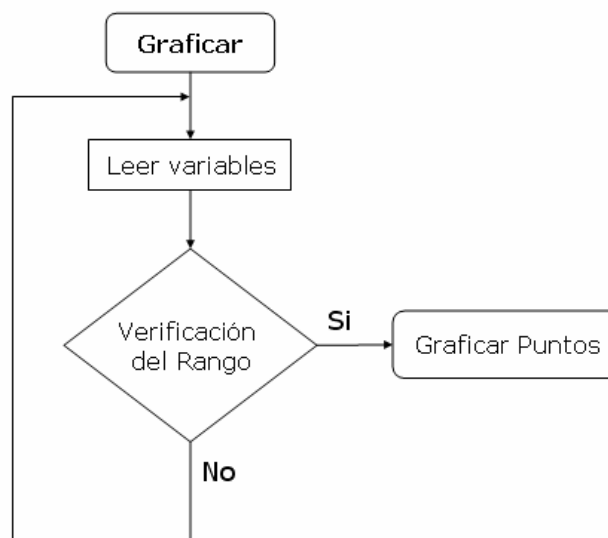
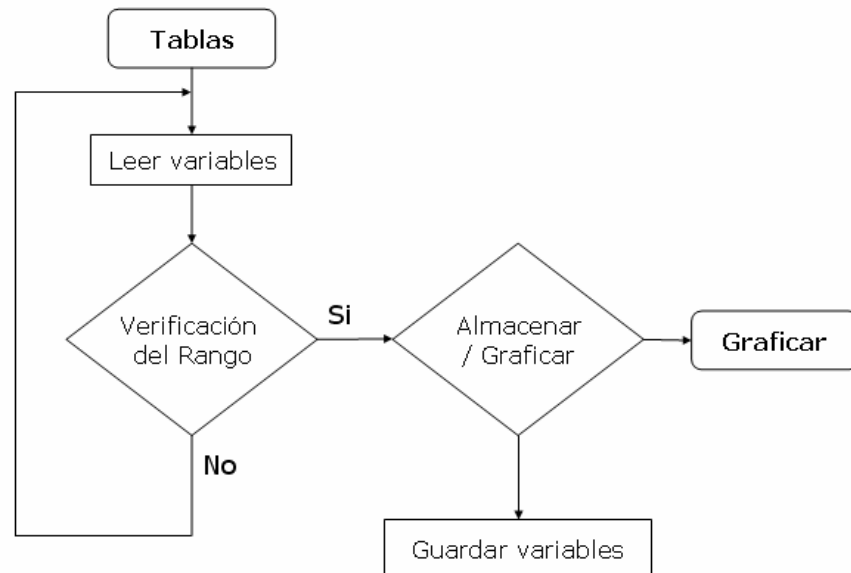


Figura 12. Función Tablas



9.4 RESULTADOS FINALES

Los resultados finales se presentan para la documentación, la interfaz y la adquisición de datos.

9.4.1 Documentación

- Se complemento el material técnico – pedagógicos para mejorar la calidad del curso como lo son las unidades 7 y 8 figura 13. En la unidad 7 se habla sobre las principales aplicaciones de las celdas de carga en procesos industriales, por otro lado en la unidad 8 figura 14, se desarrollo un catalogo para familiarizar al estudiante en la forma de encontrar estos sensores en el mercado, para ello se hace referencia a los datasheets de omega figura 15 y BSL, Además, se explica detalladamente el principio de funcionamiento de dichos sensores.
- Con el fin de ampliar los conocimientos de los estudiantes en el tema de las celdas de carga, se busco información referente al curso. Esta información se encuentra en los links del programa. Ver figura 16.
- En la barra de herramientas superior hay enlaces que tienen información importante sobre las especificaciones del fabricante y las formulas que se emplean en el desarrollo del curso. Ver figura 17.

Figura 13. Lecciones

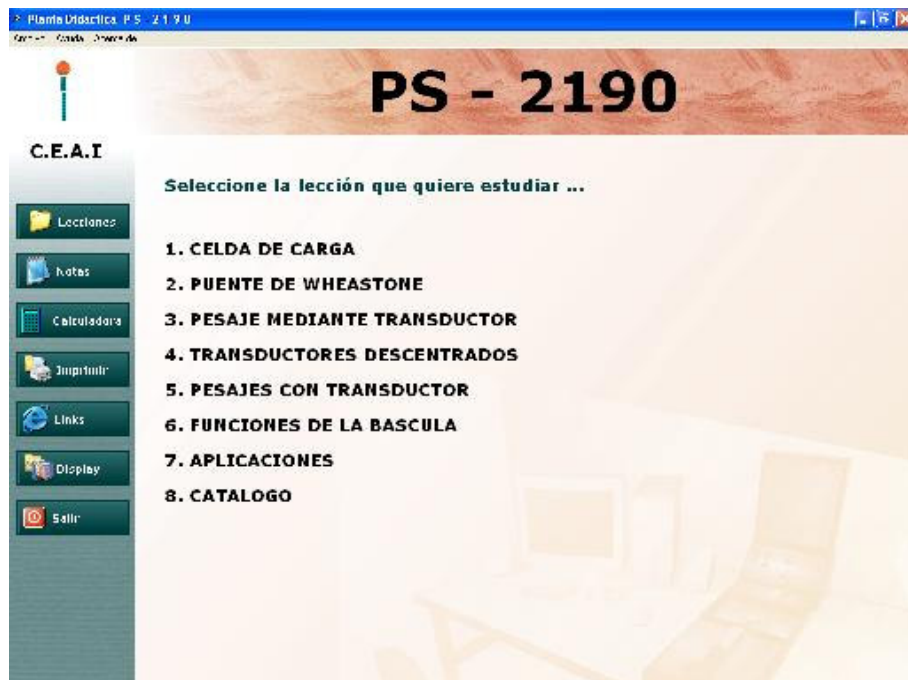


Figura 14. Catalogo unidad 8

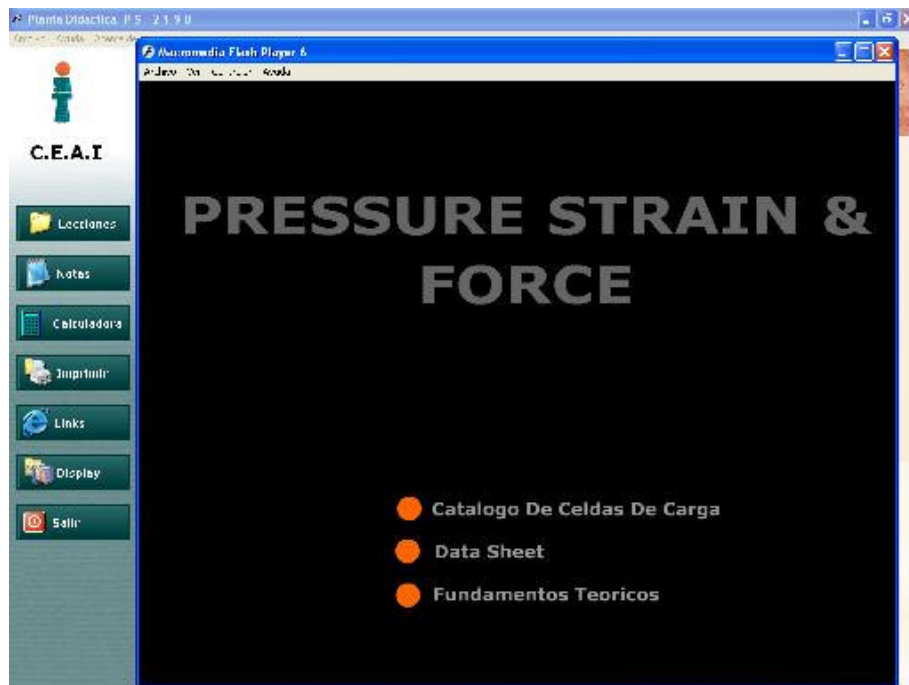


Figura 15. Catalogo Omega

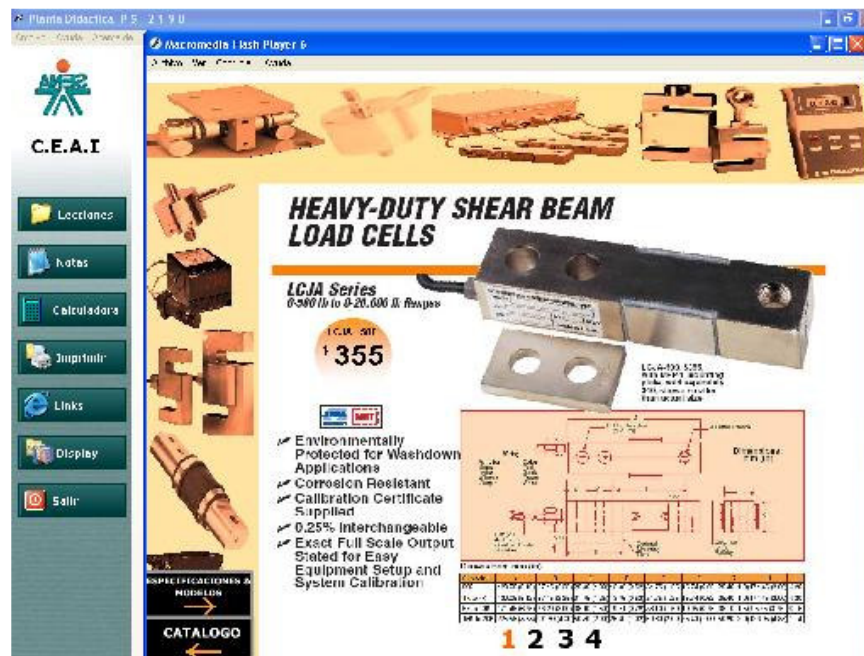


Figura 16. Interfase de usuario, Links

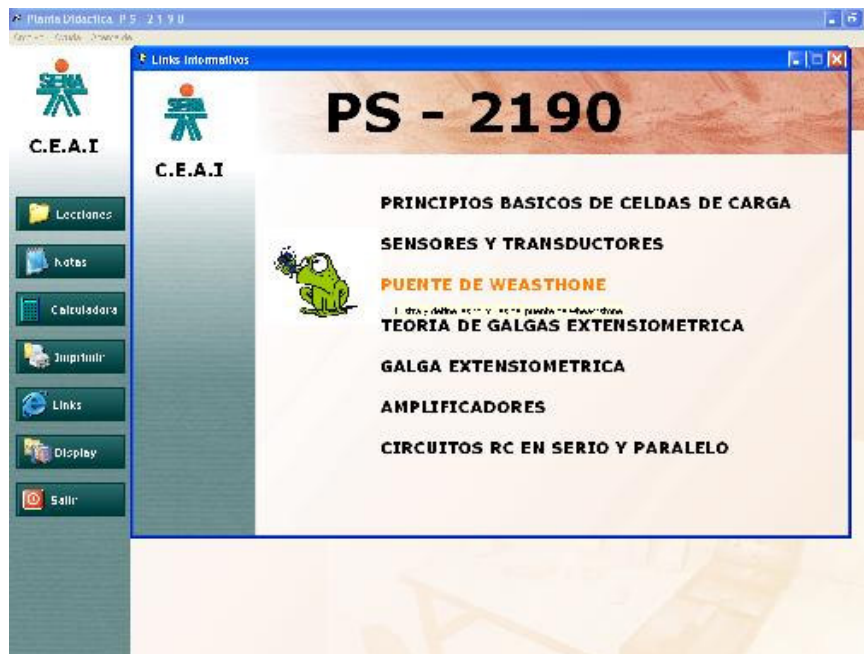
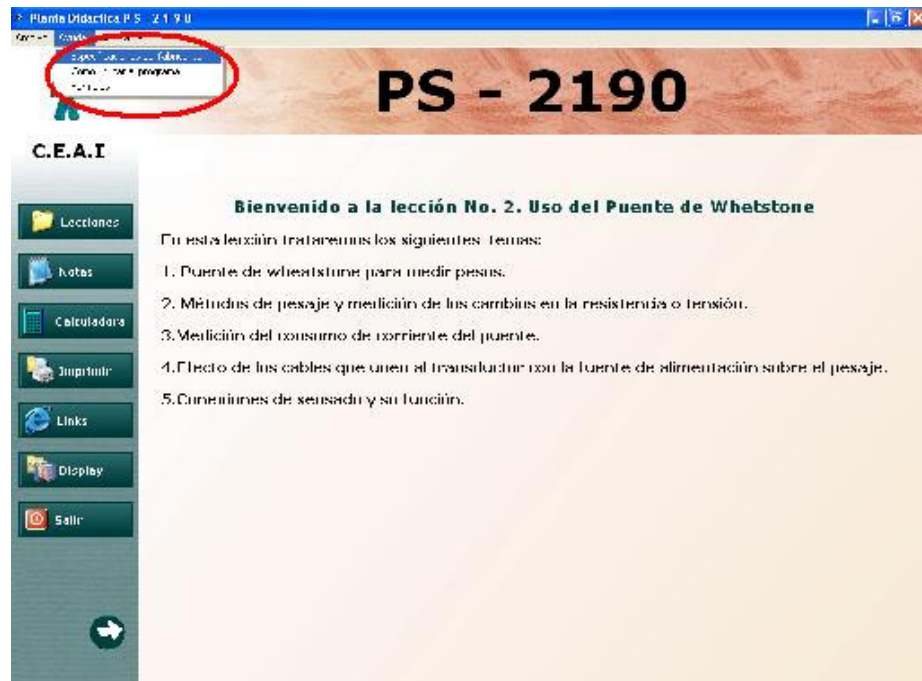


Figura 17. Ayuda del programa



9.4.2 Interfaz

- Se implemento una función para graficar los datos que se obtienen de la práctica para comprobar la linealidad del transductor. Es posible utilizar otros valores en caso de que el estudiante quiera realizar otras mediciones. Ver Figura 18.
- El programa cuenta con una serie de preguntas que le proporcionan al alumno una mayor comprensión y a la vez le sirven al docente evaluar el desempeño académico que se esta presentado en cada lección. Figura 19.
- El programa cuenta con animaciones que fueron desarrolladas en Macromedia Flash Player para buscar una mayor interacción, de modo que el estudiante no solo lea las instrucciones sino que tenga la posibilidad de hacer las conexiones electrónicas paso a paso obteniendo así un mejor resultado cuando se realice la práctica. Ver Figura 20 y Figura 21.
- Para facilitar la practica se hicieron videos que explican desde la instalación del modulo hasta el manejo del display y todas sus funciones. Los videos que muestran las partes y la instalación de la planta se realizaron en el laboratorio de sensores y transductores. Para explicar las funciones más

importantes con las que trabaja el display se utilizo un captador de pantalla. Ver Figura 22.

- Los datos que se obtienen online del transductor se pueden ir guardando en las tablas que hay en algunas unidades. Se trabaja con los rangos del transductor por tanto es necesario que el estudiante realice muy bien las mediciones para que se obtenga un buen resultado. Ver Figura 23.
- Se desarrollo un ejecutable para la instalación del programa y un manual de instrucciones.

Figura 18. Interfase de usuario, función de Graficar.

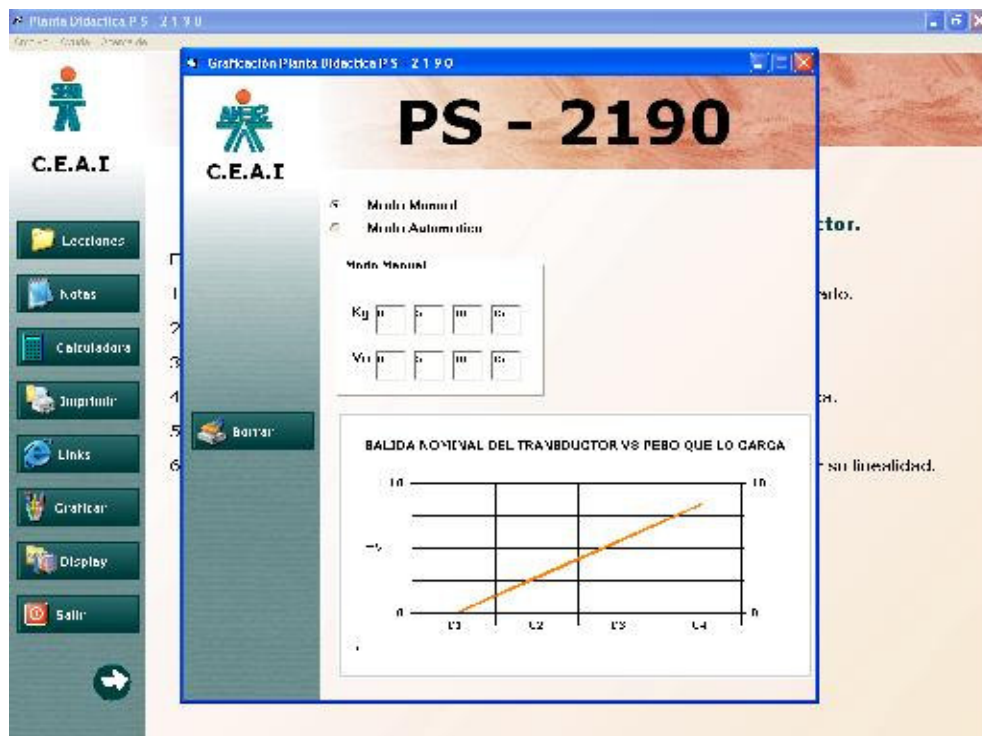


Figura 19. Interfase de usuario, preguntas

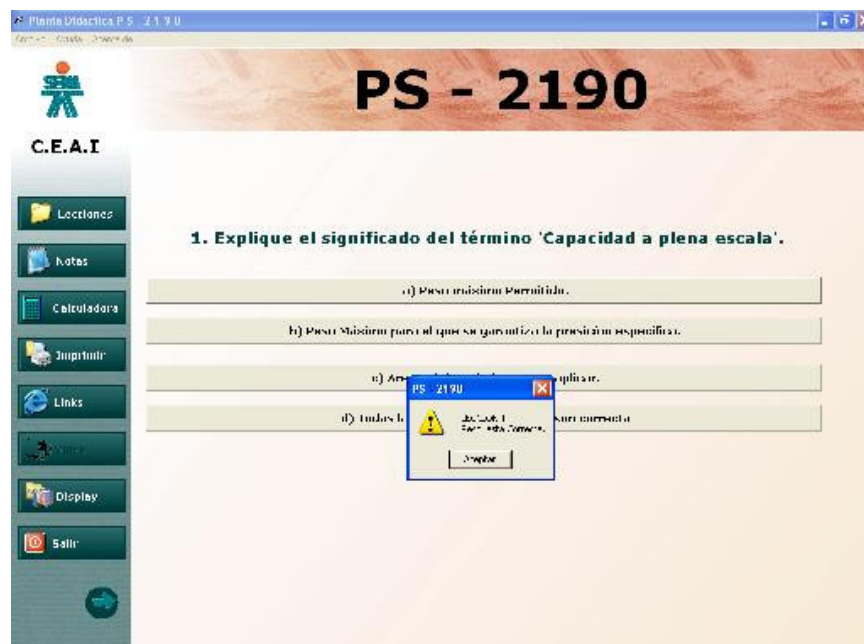


Figura 20. Interfase de usuario, animaciones en Flash

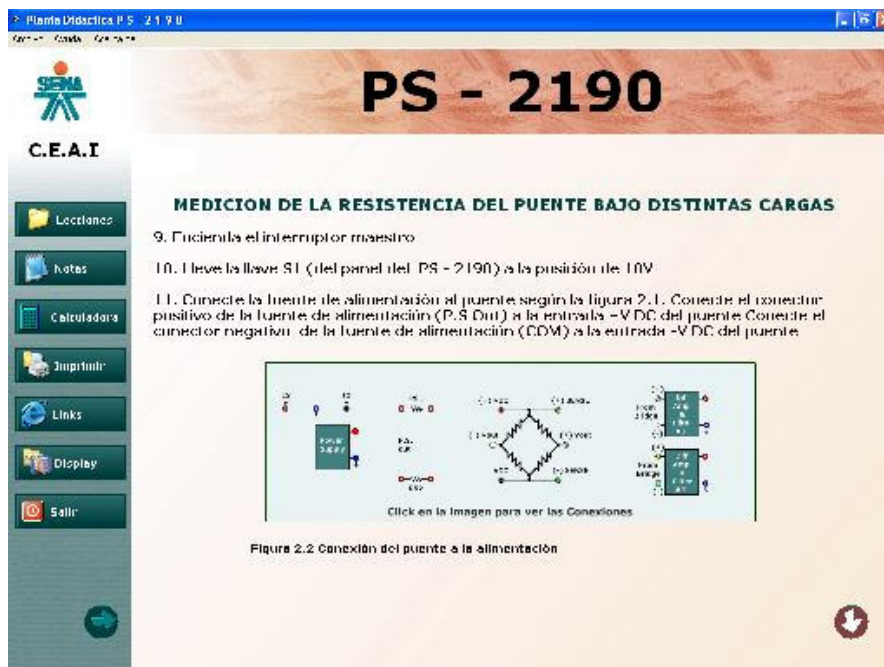


Figura 21. Interfase de usuario, animación en Flash de uno de los circuitos

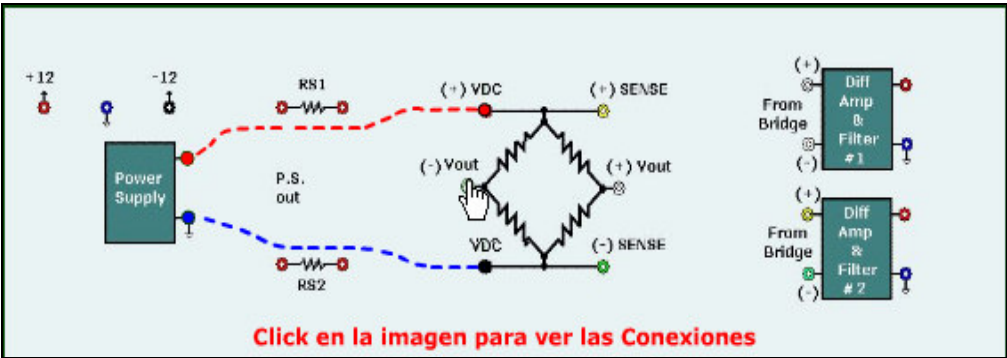


Figura 22. Interfase de usuario, videos



Figura 23. Interfase de usuario, tablas

The screenshot shows a software window titled 'Planta Didáctica P.S. 2190'. The interface includes a sidebar with icons for 'Lecciones', 'Notas', 'Calculadora', 'Imprimir', 'Links', 'Ayuda', 'Display', and 'Salir'. The main area is titled 'PS - 2190' and 'PARAMETROS DE IDENTIFICACION'. It contains instructions for observing the transducer and entering capacity and maximum load. Below the instructions is a table with two rows: 'Capacidad' and 'Carga Máxima', each with a text input field and a unit dropdown menu.

PARAMETROS DE IDENTIFICACION

1. Observe el transductor de peso instalado en la unidad y lea los datos impresos en el mismo.

A. Ingrese la carga máxima sobre el transductor (Capacidad) permitida en la tabla 1.1.

B. Ingrese en la tabla 1.1 la tensión de salida del transductor.

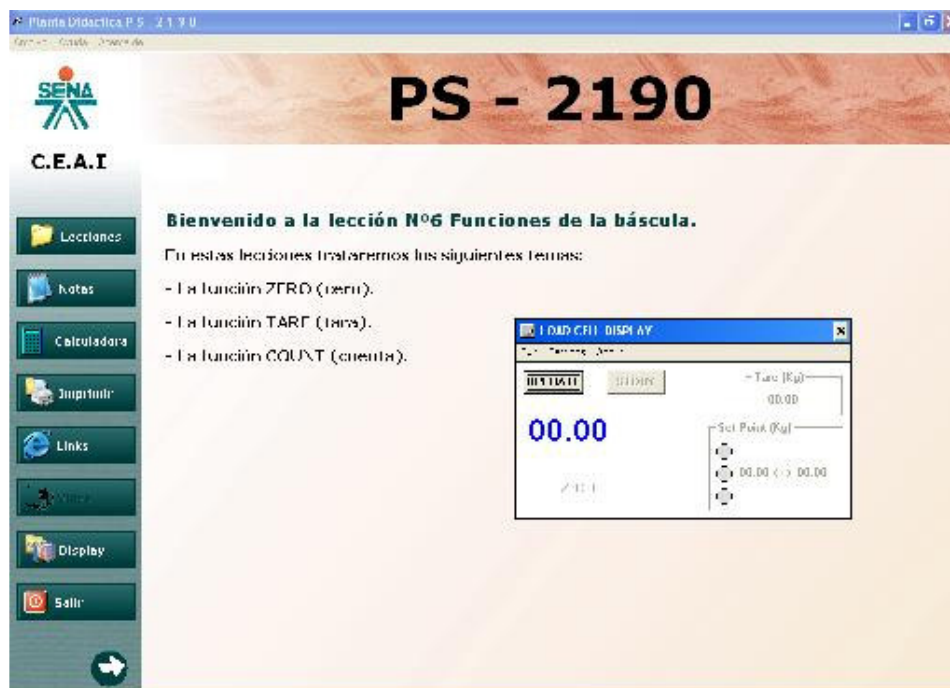
PARAMETRO	VALOR	UNIDADES
Capacidad	<input type="text"/>	Kg
Carga Máxima	<input type="text"/>	mV/g

Tabla 1.1: Datos impresos sobre el transductor de peso

9.4.3 Adquisición De Datos

- La planta cuenta con un programa que contiene una macro encargada del manejo del búfer de la comunicación serial, se identifico y se aisló para trabajar con ella. Se activo la función en todo el programa, de esta manera se puede ingresar directo a la practica sin pasar por el cuestionario. Ver Figura 24. Adquisición de datos.

Figura 24. Interfase de usuario, adquisición de datos.



10. CONCLUSIONES

- En el transcurso del proyecto se logro satisfacer los objetivos propuestos ya que se modernizo la planta de peso PS -2190 permitiendo al estudiante la interacción con una interfaz mas amigable e interactiva, y así mismo manejar las variables de peso de una forma sencilla que complementa la practica con el estudio teórico de la misma.
- Con la planta de peso PS-2190 se amplia y profundiza el conocimiento de celdas de carga y se muestra la importancia de la medición de esta variable en procesos industriales ya que el software que se diseño es de fácil manejo y cuenta con los materiales técnico – pedagógicos necesarios.
- El diseño optimo que se le realizo al software y a la interfaz grafica mejora la calidad de enseñanza en el curso de sensores y transductores permitiendo así que los estudiantes obtengan datos confiables y procesen la información.
- Se entrega un CD con el software de instalación y el manual instructivo de funcionamiento y operación de la Planta Didáctica PS – 2190.

BIBLIOGRAFIA

CREUS, Antonio. Instrumentación industrial. 6 ed. España: Marcombo S.A., 1998. 650 p.

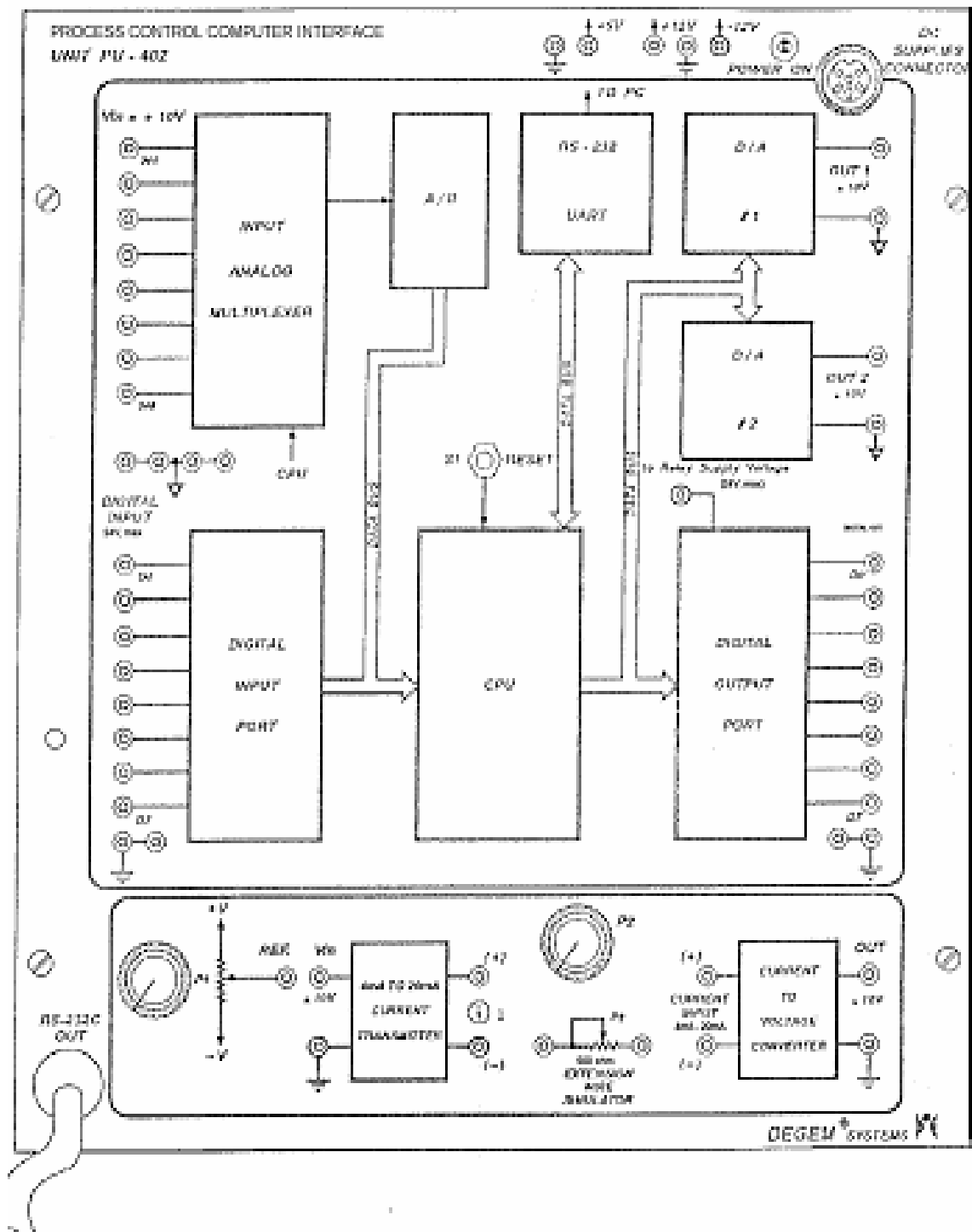
PINTOR, Nicolau. Electrodinámica [en línea]. España: Teoría atomica, 2005. [consultado 12 marzo 2006]. Disponible en Internet: <http://www.ifent.org/lecciones/electrodinamica/eldinami315.asp>

HERRERA, Leandro. Sensores Y Transductores [en línea]. México: Instrumentación de Procesos Industriales, 2001. [consultado 18 marzo 2006]. Disponible en Internet: http://cipres.cec.uchile.cl/~iq54a/apuntes/03_instrum/03_instrum.html

Manual de usuario PS-2100 Sena. Centro de electrónica y automatización industrial. Santiago de Cali, 2006. 95 p.

Omega. The Pressure Strain and Force [en línea]. Canada: Load Cells, Force Sensors and Torque Transducers, 2006. [consultado 28 Abril 2006]. Disponible en Internet: <http://www.omega.com/toc.asp/sectionSC.asp?section=F&book=pressure>

Anexo A. Sistemas de control
sistema de control de procesos PU - 402



Sistema de control de procesos PU-402

ESPECIFICACIONES

ALIMENTACION

12 V \longrightarrow 80 mA
12 V \longrightarrow 50 mA
5 V \longrightarrow 350 mA

I/O

8 Entradas A/D (IN1 – IN8)

- Rango de tensión $\pm 10V$
- Resolución 20 mV
- Precisión 0.5 %

2 Salidas D/A (OUT 1 – OUT2)

- Rango de tensión $\pm 10V$
- Resolución 20 mV
- Precisión 0.5 %
-

Puerto de entrada Digital de 8 bits (D0 – D7)

- Entrada nivel bajo: $< 1.2 V$
- Entrada nivel alto $> 2 V$
- Máximo nivel de entrada 24 Vcc

Puerto de salida Digital de 8 bits (DO – D7)

- tensión de salida digital de TTL para cargas pasivas
- Salida como driver de colector abierto para cargas activas
 - Corriente máxima de escape 100 mA
 - tensión de carga máxima 24 Vcc
 - Salida de diodo supresor para cargas inductivas

Transmisión de corriente de 4mA a 20mA

- Rango de entrada $\pm 10V$
- Rango de salida 4 mA – 20mA

Convertidor de corriente a tension

- Rango de entrada 4 mA – 20mA
- Rango de salida $\pm 10V$

Comunicacion de PC

- Comunicacion serial asincronica RS -232
- Tasa de Baud: 19,200 bit / seg.

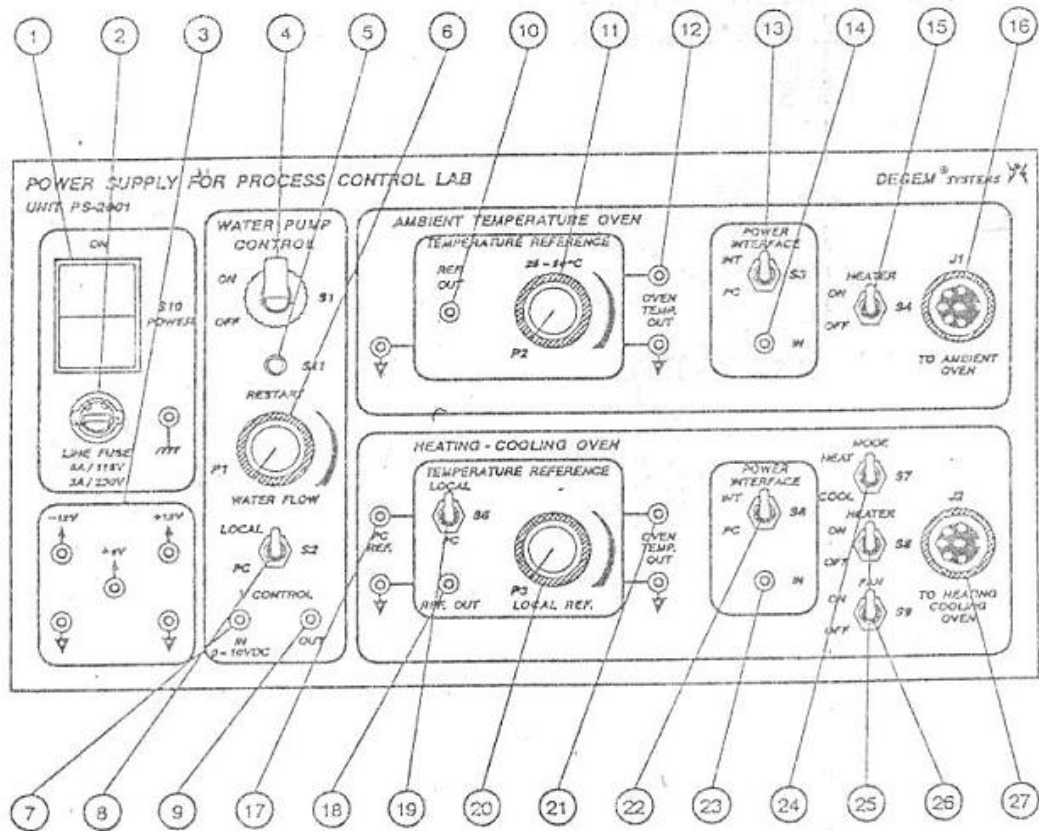
Anexo B. Sistema de control de procesos PS -2001
descripción del panel

1. Interruptor (ON /FF) de la fuente de alimentación
2. Fusible de línea
3. Fuente de alimentación CC para los bastidores
4. Interruptor (ON/OFF) DE 230 CA
5. Botón de presión para REINICIAR (RESTART)
6. Potenciómetro P1
7. V control 1N 0-10V
8. Interruptor S2
9. V control OUT
10. Ref Out
11. Potenciómetro P2
12. Oven Temp. Out
13. Power Interface
 - Interruptor S3
14. Power Interface IN
15. Interruptor HEATER S4
16. Connector J1
17. PC REF
18. Ref out
19. Interruptor S5
20. Potenciometro P1
21. Potenciómetro P2
22. Oven Temp. Out
23. Interruptor HEATER S4
24. Conector J1
25. PC REF
26. REF. OUT
27. Interruptor
28. Potenciómetro P3
29. Oven Temp. Out
30. Power Interface
 - Interruptor S6
31. Power Interface IN
32. Interruptor MODE S7
33. Interruptor HEATER S8
34. Interruptor
35. Conector
36. Conector J4
37. Conector J3
38. Line Selector (Selector de voltaje CA)

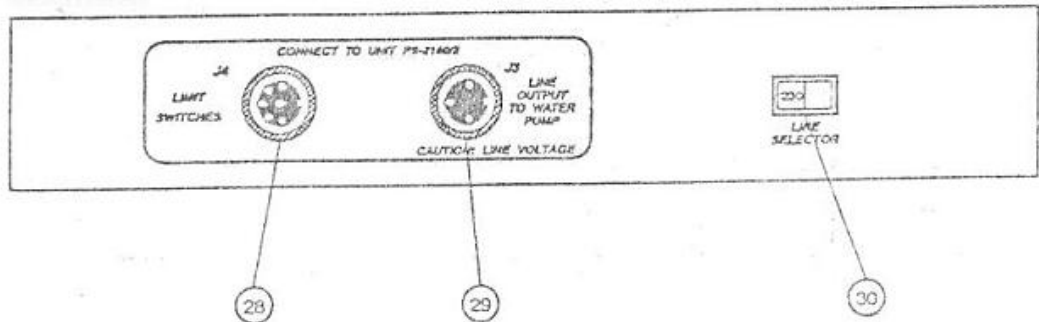
Continuación Anexo A

Sistema de control de procesos PS -2001

FRONT PANEL



BACK PANEL



Continuación Anexo B

**Sistema de control de procesos PS - 2001
ESPECIFICACIONES**

ALIMENTACION

- 230/115 VCA \pm 10%, 50/60 Hz 180VA

FUENTES DE ALIMENTACION \pm 12V Y +5V CC

- Tensión de Salida \pm 12VCC \pm 5% Y +5 VCC \pm 5 % incluyendo regulación de línea y carga
- Corriente de Salida \pm 12V, 350 mA
- 12V, 350 mA
+ 5V, 500Ma
- Ondulación y Ruido Inferior a 1% del Vout
- Salida de Potencia + 12V/4.2W, -12V/4.2W y +5V/2.5 W

FUENTES DE ALIMENTACION DE LOS HORNOS + 15V

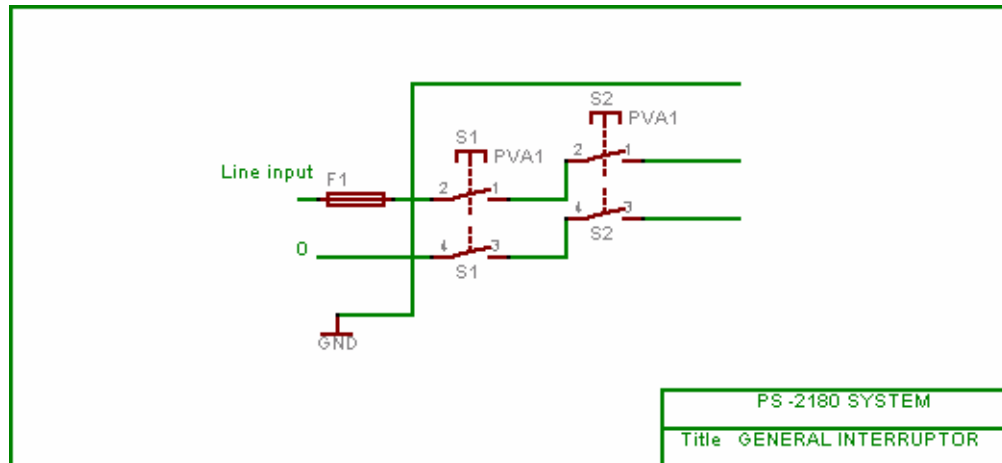
- Tensión de Salida $2X +15V \pm 10\%$ incluyendo regulación de línea y carga
- Ondulación y Ruido Inferior a 1% de V de salida
- Salida de Potencia 2 x 30W máximo

TENSION DE SALIDA VARIABLE DEL CIRCUITO DE CONTROL DE FASE PARA LA BOMBA DE AGUA

- Tensión de Salida Control de tensión de fase variable 20V -218 V CA
- Corriente de Salida 2A CA
- Salida de Potencia 440 VA

Continuación Anexo B

Anexo C. Planos eléctricos



Extraído del diagrama de conexión general de la planta. Sistema de entrenamiento de procesos PS - 2180.

Lista de componentes del modulo PS -2190

ITEM Nº	SIMBOL	DESCRIPTION
		RESISTOR
1	R1	1 K 1%
2	R2	2 K 1%
3	R3	20 K 1%
5	R5	10 K 1%
6	R6	10 K 1%
7	R7	15 K 1%
8	R8	100 K 1%
9	R9	33 K 1%
10	R10	121 K 1%
11	R11	121 K 1%
12	R12	100 K 1%
13	R13	100 K 1%
14	R14	100 K 1%
15	R15	100 K 1%
16	R16	10 K 1%
17	R17	15 K 1%
18	R18	100 K 1%
19	R19	44 K 1%
20	R20	121 K 1%
21	R21	121 K 1%

ITEM Nº	SIMBOL	DESCRIPTION
		TEST POINT
34	TP1	JUMPER
35	TP2	JUMPER
36	TP3	JUMPER
		CONNECTORS
37	JP1	MOL 2 PIN
38	JP2	MOL 2 PIN
39	JP3	MOL 2 PIN
40	JP4	MOL 2 PIN
41	JP5	MOL 2 PIN
42	JP6	MOL 2 PIN
43	JP7	MOL 2 PIN
44	JP8	MOL 2 PIN
		IC'S
45	U1	AD524 DIFF.AMP
46	U2	0P77 OP-AMP
47	U3	0P77 OP-AMP
48	U4	0P07 OP-AMP
49	U5	TCA0372 OP – AMP
50	U6	0P07 OP-AMP
51	U7	0P77 OP-AMP
52	U8	0P77 OP-AMP

ITEM Nº	SIMBOL	DESCRIPTION
		TRIMMERS
22	TR1	10 K
23	TR2	10 K
24	TR3	10 K
		CAPACITOR
25	C1	100 μF
26	C2	100 μF
27	C3	1 μF
28	C4	1 μF
29	C5	1 μF
30	C6	1 μF
31	C7	1 μF
32	C8	1 μF
33	CD1 -16	0.1 μF

Continuación Anexo C

Anexo D. Calibración

- No suministrar al puente de celda de carga tensiones superiores a 15V. Una potencia de excitación excesiva, puede averiar el extensometro del puente. Las tensiones recomendadas son de 3V y 10V, como se explica en el curso de la unidad PS – 2190/1.
- El peso máximo definido por el fabricante de la celda de carga es de 15 Kg. Un sobrepeso puede averiar el sensor si el tornillo de seguridad no esta calibrado.
- El tornillo de seguridad contra sobrepeso esta ubicado debajo del brazo de la celda de caga del panel de la unidad PS – 2190/2, (Ver el diagrama). Retire los cuatro tornillo del panel y ajuste el tornillo a una distancia de $0.5\text{mm} \pm 0.1$.

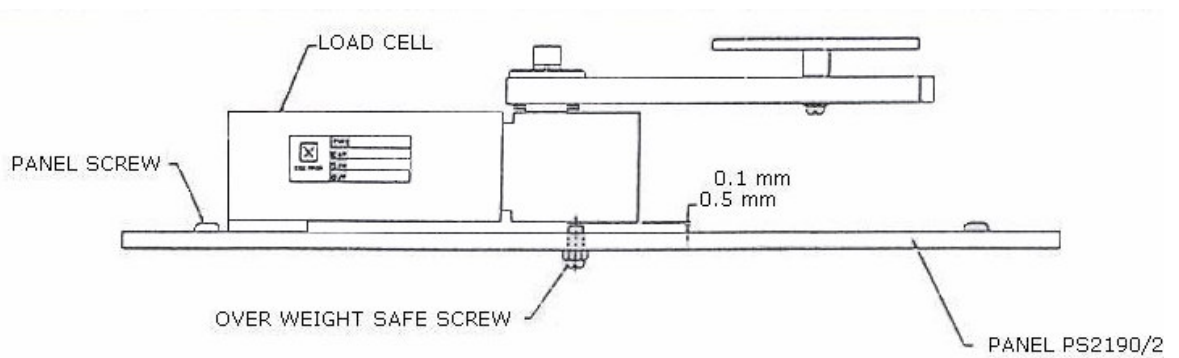


Diagrama Calibración del equipo.

Anexo E. Fotos De La Planta Didactica Ps -2190

Figura 25. Foto del panel de la unidad PS -2190/1

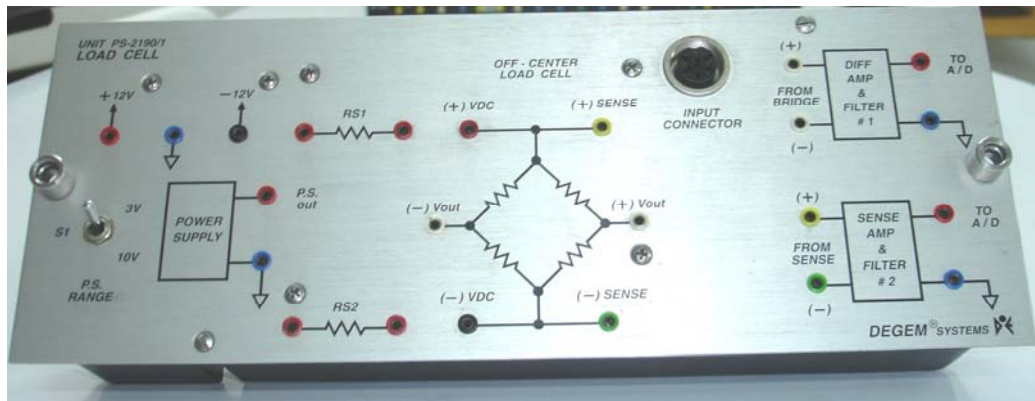


Figura 26. Foto del panel de unidad PS 2190/2



Figura 27. Foto del panel de unidad PU -402 y PS -2001

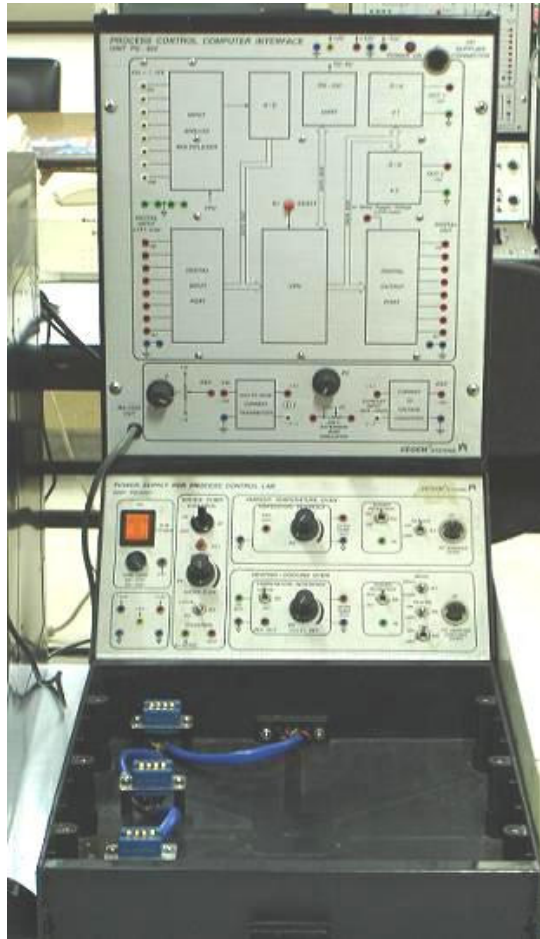
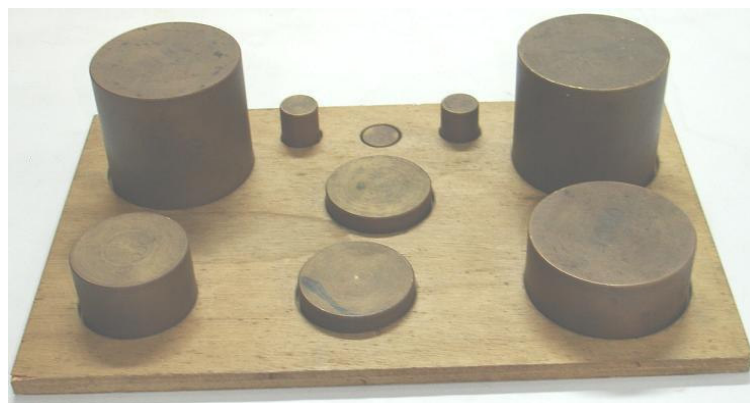


Figura 28. Foto de juego de pesas



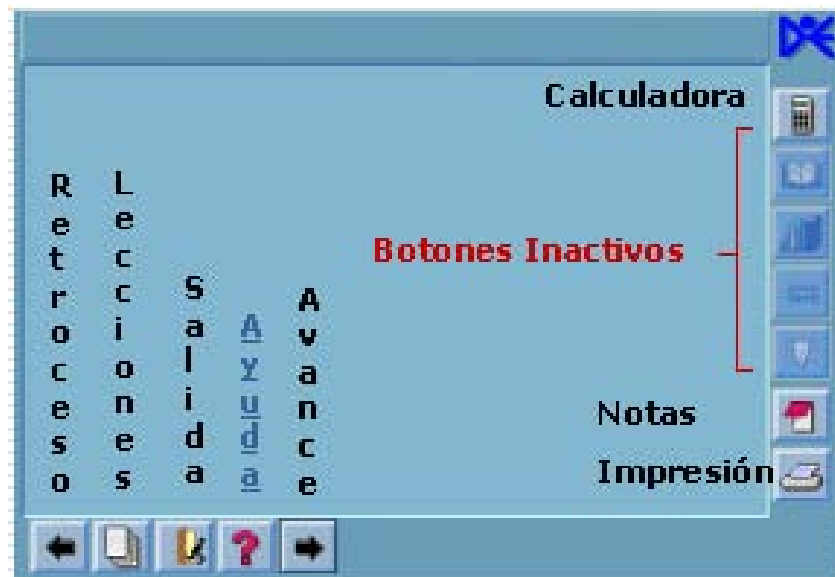
Anexo F. Software Original

El software anterior tiene algunas limitaciones que a continuación se presentan en “pantallazos” y se describen sus desventajas.

LIMITACIONES DEL SOFTWARE

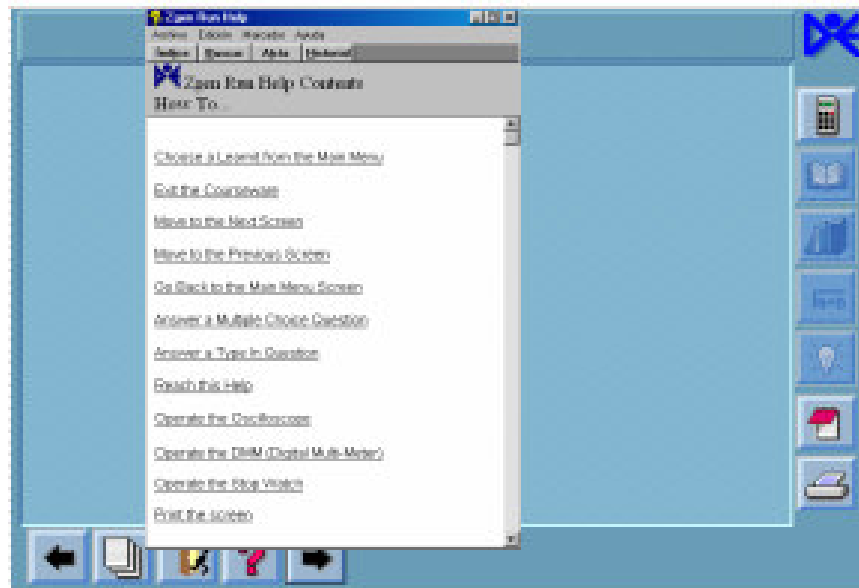
Posee dos barras de herramientas, la de la parte lateral derecha que es la que tiene las funciones de la calculadora, imprimir y block de notas, las otras funciones están deshabilitadas y en muy pocas ocasiones se usan. Y la barra que se encuentra en la parte de inferior que tiene las funciones de avance, retroceso, ayuda, salida y lecciones, ver Figura D1. Barra de Herramientas.

Figura D1. Barra De Herramientas



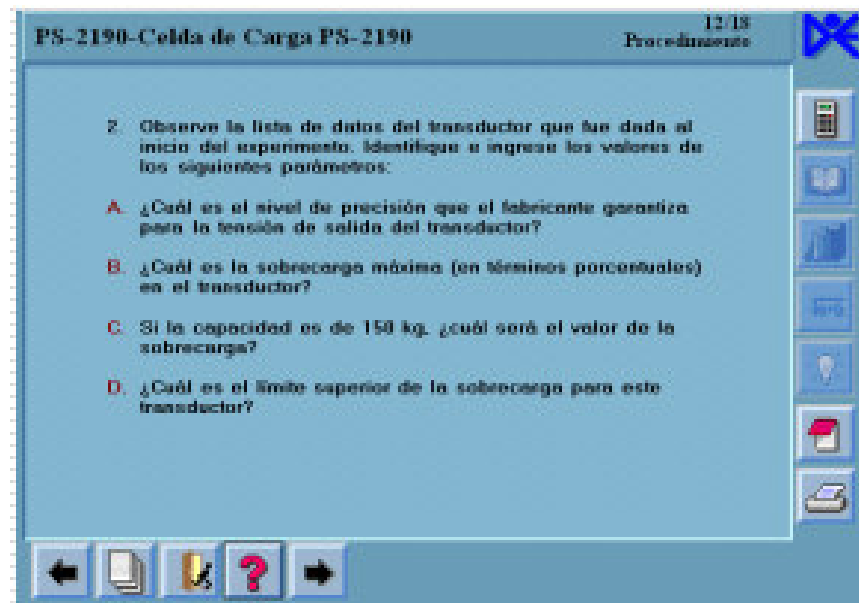
La ayuda que proporciona el programa no es clara y no tiene el lenguaje adecuado. Las ayudas están en ingles por tanto es un requerimiento que el estudiante lo sepa para comprender de lo que se esta hablando, ver Figura D2. Ayuda del Programa.

Figura D2. Ayuda del Programa



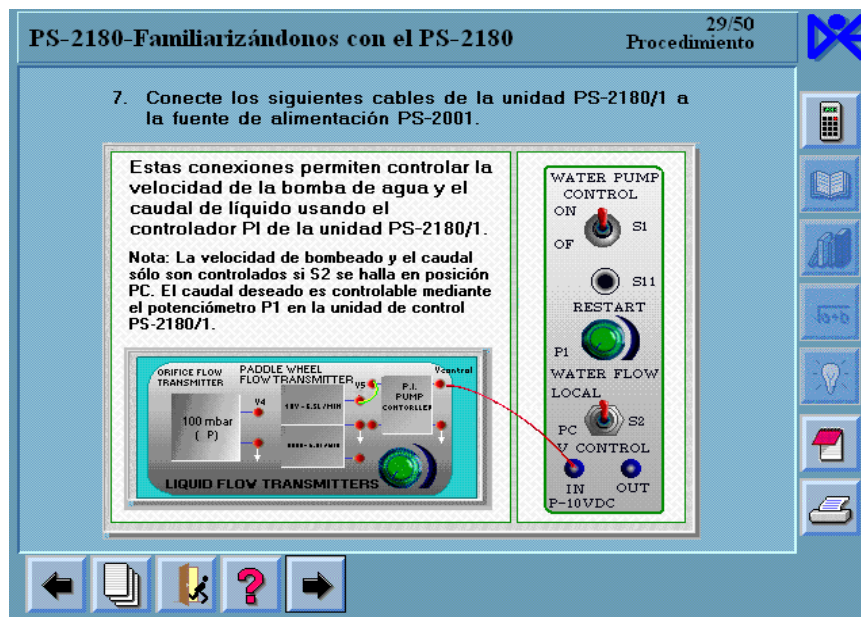
Las pantallas son muy cargadas de texto, lo que en ocasiones puede generar distracción en el estudiante haciendo que este pierda el interés en el curso porque se vuelve dispendioso y “ladrillado”, Ver Figura D3. Texto.

Figura D3. Interfase de usuario, texto



En algunas partes del programa de aplicación la explicación no coincide con la figura de las conexiones, creando dificultades en el desarrollo concatenado de la idea que se desea transmitir, por tanto una consecuencia es que el estudiante realice mal la practica y se pierdan el interés y los objetivos del curso. Figura D4. Conexiones.

Figura D4. Interfase de usuario, conexiones



Las tablas tienen rangos limitados, al intentar ingresar los datos y si estos se desvían ligeramente del valor teórico no los acepta, creando desconfianza y desinterés en la veracidad de los datos. El estudiante solo tiene tres intentos para colocar la respuesta correcta, de no ser así el programa no deja avanzar a la otra fila de la tabla, el sistema asume la información que esta en la base de datos. Figura D5. Tablas.

Figura D5. Interfase de usuario, tablas

PS-2160-Display de Temperatura
23/42
Procedimiento

31. Fije la temperatura del horno a las distintas temperaturas listadas en la Tabla N° 1. Espere hasta que las temperaturas se estabilicen en cada medición. Ingrese en la tabla los valores que aparecen en el display.

Temp. de Horno	Temp. Medida con Termocupla
70	<input style="width: 50px;" type="text"/>
60	<input style="width: 50px;" type="text" value="OK"/>
50	<input style="width: 50px;" type="text"/>
40	<input style="width: 50px;" type="text"/>
30	<input style="width: 50px;" type="text"/>
20	<input style="width: 50px;" type="text"/>
10	<input style="width: 50px;" type="text"/>

Tabla 1: Medición de Temperatura con Display de Termocupla

←
📄
✍️
?
→

🧮
📖
📊
🔢
💡
📄
🖨️
📅